المؤتمر الدولي الرابع لكلية الفنون التطبيقية **في الفترة من ٢٨-٢٩ فبراير ٢٠١٦م**
إبداع .. تصميم .. إنتاج .. تنافسية
العنوان المقترح للبحث

الطلاء ببودرة البلاستيك " الإلكتروستاتيك " وأثره على زيادة العمر الافتراضي للمنتجات الحديدية.

المحور الثالث :تكنولوجيا الانتاج والادارة

مقدما البحث:

أ.م.د.محمد العوامي محمد
الاستاذ المساعد بقسم المنتجات المعدنية والحلي
كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان
موبايل: ٠١١١٧٠٣٥٩٥٧
awamymohamed@yahoo.com

م.د. ياسر عيد محمد
المدرس بقسم الاثاثات والانشاءات المعدنية
كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان
موبايل: **01114545228**
Yassereid78@gmail.com

كلمات مفتاحية:الالكتروستاتيك ، الفسفته ، العمر الافتراضي ، المزايا التنافسية

مقدمة

يشهد العالم اليوم تحولات اقتصادية كبيرة ، خاصة مع بروز ظاهرة العولمة الاقتصادية التي نشأت على إثرها أوضاع اقتصادية جديدة تدور حول تحرير التجارة الدولية وسرعة وصول منتجات المؤسسات إلى مختلف أنحاء العالم الأمر الذي أدى إل زيادة حدة المنافسة ، ودفع العديد من الدول النامية إل التفكير في السعي نحو بناء قاعدة اقتصادية تكسبها مكانة تنافسية في الأسواق العالمية من خلال تعزيز كفاءة المنتجات ومتانتها وجودتها وزيادة عمرها الافتراضي باستخدام أفضل الطرق المتاحة استراتيجيا والتي تعد عمليات الدهانات والتغطية واحدة منها ، خاصة إذا كانت تلك المنتجات منفذة من قطاعات مشكلة من خامة الحديد المعروفة بسرعة فقدانها لخواصها التطبيقية فيما يعرف بظاهرة التآكل أو الصدأ الأمر الذي دعى كثير من العاملين في مجال تصميم وانتاج الأثاث المعدني إلى البحث المستمر عن أفضل الطرق المتاحة لمعالجة هذا القصور والحفاظ عل منتجاتهم من غير تآكل أو تشوه لأطول فترة ممكنة .

وكان من بين هذه الطرق طريقة الطلاء ببودرة البلاستيك (الإلكتروستاتيك) والتي لاقت انتشارا واسعا وسريعا نظرا لرخص ثمنها وسهولة عملياتها ومظهرها الجمالي، إلا أنها لم تحقق في كثير من الأحيان الهدف المنشود من استخدامها وهو زيادة العمر الافتراضي للمنتج وذلك نظرا لعدم وجود نظام دقيق ومحكم لاعداد أسطح المنتجات الحديدية قبل عملية الطلاء الأمر الذي جعل من وضع هذا النظام ضرورة ملحة تقتضيها طبيعة المرحلة .

مشكلة البحث

تكمن مشكلة البحث في الحاجة لوضع نظام دقيق ومحكم لاعداد اسطح المنتجات الحديدية للطلاء ببودرة البلاستيك (الكتروستاتيك) electrostatic powder coating لزيادة العمر الافتراضي للسطح بجودة عالية.

اهداف البحث

أ- تجهيزالمنتجات الحديدية بالطرق الملائمة لطبيعة تكوين بودرة البلاستيك.

ب- حماية المنتجات الحديدية من خطر التآكل وتشوه مظهر السطح.

ج- زيادة العمر الافتراضي لاسطح المنتجات الحديدية المطلية ببودرة البلاستيك كميزة تنافسية .

فروض البحث

أ- الاعداد الامثل لاسطح المنتجات يجنب العديد من مشاكل الطلاء ببودرة البلاستيك.

ب- استخدام المعالجة بالفسفتة يزيد من التصاق طلاء بودرة البلاستيك بسطح المنتج.

محاور البحث

١- العمر الافتراضي كميزة تنافسية

أصبحت المنافسة لغة العصر ومحل اهتمام الجميع أفرادا ومؤسسات ودول على حد سواء فهي العامل الدافع والمحرك الذي يضبط خطوات الجميع ويحفزهم للعمل لمزيد من العطاء والابتكار والابداع وتحقيق قدر أو أخر من التميز والتفوق فلا يمكن أن يقال عن مؤسسة أنها حققت ميزة تنافسية إلا عندما تتمكن من تحقيق قيمة مضافة بفضل الاستراتيجية التي تتبناها في الوقت الذي يعجز فيه منافسوها عن القيام بذلك

١-١- مفهوم وأبعاد المزايا التنافسية

لقد تعددت آراء الكتاب والباحثين في تحديد مفهوم الميزة التنافسية وقد جاء هذا التنوع بسبب اختلاف الزوايا التي انطلق منها كل منهم إلا أن هناك شبه اتفاق على أنها اجمالا يقصد بها كافة الفعاليات الانتاجية والتسويقية والادارية والابتكارية والتطويرية التي تمارسها المؤسسة الانتاجية من أجل الحصول على شريحة أكبر من المستخدمين ورقعة أكثر اتساعا من الأسواق المستهدفة (١) أو بمعنى آخر اكتشاف طرق جديدة أكثر فاعلية من تلك المستعملة من قبل المنافسين (٢)

١-٢-أنواع المزايا التنافسية

هناك عدة أنواع من المزايا التنافسية لعل أهمها

- **تنافسية التكلفة أوالسعر**

حيث تتمكن المؤسسات الانتاجية ذات التكاليف الأرخص من تصدير المنتجات إلى الأسواق الخارجية بصورة أفضل

- **التنافسية التقنية**

حيث تتنافس المؤسسات من خلال الامكانات التكنولوجية في صناعات عالية التقنية .

- **التنافسية النوعية (الابتكارية**

حيث تتمكن المؤسسات ذات المنتجات المبتكرة من تصدير منتجاتها حتى ولو كانت أعلى سعرا وسواء كان الابتكار متعلقا بالجوانب الوظيفية أو الانتاجية للمنتج (٣)

---

(١) محمد بندقجي . ٢٠٠٦ اتجاهات التدريب على الجودة الشاملة لمدراء شركات تصنيع المواد الغذائية . الاردن ، مجلة دراسات ، مجلد ٢٣ ، العدد ٢، ،

(2) Porter , Michael E.- 2006- What is Strategy? Harvard Business Review (November-December),

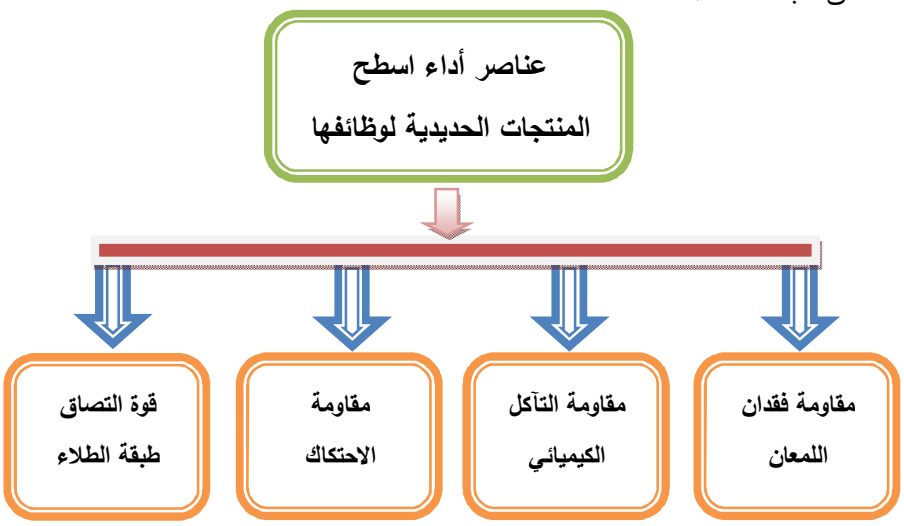
(٣) Steve Brown .- 2000- Strategic Operations Management ،Butterworth Heinemann, Oxford, ,

مما سبق يمكن القول بأن الميزة التنافسية هي الكيفية التي تستطيع بها المؤسسات الانتاجية أن تميز بها منتجاتها عن أقرانها ومنافسيها وبالتالي السيطرة على أكبر قدر ممكن من الأسواق المستهدفة من خلال تفاعل العديد من العوامل المختلفة في أنماطها ودرجة تأثيرها كإنخفاض التكلفة وتحسين الجودة وزيادة العمر الافتراضي للمنتجات .

ومن هذا المنطلق تم التركيز على زيادة العمر الإفتراضي للمنتجات الحديدية كميزة تنافسية من خلال ابتكار وسائل أكثر فاعلية في حماية تلك المنتجات من أكبر خطر يهدد عمرها الإفتراضي ألا وهو التآكل .

٢-عناصر أداء اسطح المنتجات الحديدية لوظائفها:-

وهى العناصر التي من خلالها نحدد كفاءة أداء سطح المنتج لوظيفته وبالتالي تؤثر على العمر الافتراضي للسطح، ومن العناصر المؤثرة على تماسك سطح المنتجات الحديدية ومظهرها " مقاومة فقدان اللمعان – مقاومة التآكل –مقاومة الاحتكاك – قوة التصاق طبقة الطلاء" .



شكل (١) عناصر أداء أسطح المنتجات الحديدية لوظائفها

–وهذه العناصر ذات أهمية كبيرة في الحفاظ على مظهر سطح المنتج من تأثيرات عديدة مثل فقدان اللمعة والتنقير والخدش فمثلاً عندما يكون السطح ذو مقاومة كبيرة للتآكل فانه يقاوم تأثير البيئات المختلفة وبالتالي يحمى السطح من الآثار الضارة للصدأ المسبب للتآكل وهكذا في كل الصفات الخاصة بأداء سطح المنتج والمؤثرة على المظهر.

–معظم التشوه الذي يحدث لمظهر سطح المنتج ناتج عن عدم تحلى سطح المنتج بمثل هذه الصفات وهي كالاتي:-

٢-١ – مقاومة فقدان اللمعان"التعتم" Tarnish resistance

اللمعان من أهم الصفات التي تجتذب المستهلك عند شراؤه منتج ما– لذلك فان المحافظة على لمعان السطح أصبح أمر ضروري جدا في تقييم أداء مظهر المنتج سواء كان معدني أو غير معدني ومن هنا تصبح خاصية مقاومة فقدان اللمعة من الخصائص الهامة التي يتميز بها سطح المنتجات وخاصة الحديدية منها.

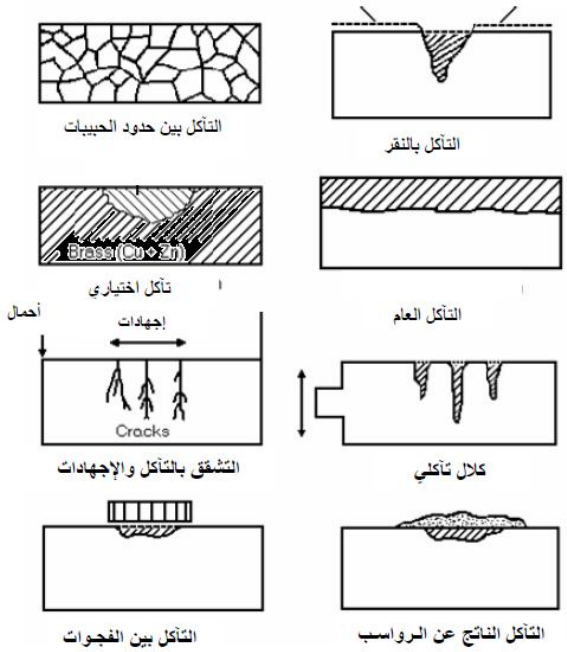
–ويعتبر اللمعان من العناصر الهامة في قياس وتحديد المظهر حيث أنه يضفي عليه إدراك حسي بالجودة (٤) ونجد أن معظم طبقات الطلاء المختلفة تتفاعل مع الغازات والمواد السائلة في البيئات المختلفة وذلك يؤدى إلى فقدان سطح المنتج للمعته.ولتقييم مقاومة المنتجات المطلية لمقاومة فقدان اللمعة يجب أن توضع في بيئة اختبار مشابهة مثل كبريتيد الهيدروجين – وبذلك يمكن تحديد الطلاءات التي تعطى الدرجة المناسبة من مقاومة فقدان اللمعة

(4) www-users.cs.umn.edu/~meyer/publications/westlund-mey-siggraph.2001.pdf

٢-٢- مقاومة التآكل الكيميائي Corrosion resistance

يتأثر مظهر سطح أي منتج بالعوامل التي تسبب التآكل حيث أنها تحدث تشوه في مظهر المنتج سواء كان هذا التشوه نتيجة لفقدان لمعان السطح الذي يتطور بعد ذلك إلى تنقير للسطح أو التعرض لبيئات أخرى ذات تأثير قوى تؤدى إلى التنقير مباشرة.

وبوجه عام المنتجات الحديدية أكثر المنتجات تأثرا بالعوامل والبيئات المسببة للتآكل ويوضح شكل (٢) أهم أنواع التآكل



شكل (٢) نماذج لأهم أنواع التآكل

ومن هنا نجد أهمية حماية مثل هذه المنتجات من التآكل سواء كانت بترسيب طبقات طلاء مقاومة للتآكل أو طلائها بطبقات من مواد عازلة لحماية سطوحها من التأثر بمعظم البيئات المسببة للتآكل.

وعملية الطلاء بصفة عامة والتغطية ببودرة البلاسيك بصفة خاصة تطبق فوق أسطح المنتجات الحديدية لتحسين كل من الخواص المظهرية الجمالية والخواص الوظيفية.

والتآكل يمكن أن نعرفه على أنه ظاهرة تلف كيميائي أو كهروكيميائى تؤثر على المظهر الجمالي للمنتج وفى حالاته الشديدة هو عبارة عن انهيار للبناء البللورى للمعدن.

وتقاس جودة نظام الطلاء بقدرته على منع تكوين بقع الصدأ والتي تؤدى إلى أحد أنواع التآكل المعروف بالتنقير.

كما يمكن السيطرة على أو إعاقة التآكل بعدد من الأساليب حيث أن في بعض الحالات ليس من الملائم أن نتخلص من أحد العناصر الثلاثة الأساسية وهى الآنود والكاثود والمحلول الالكتروليتى.

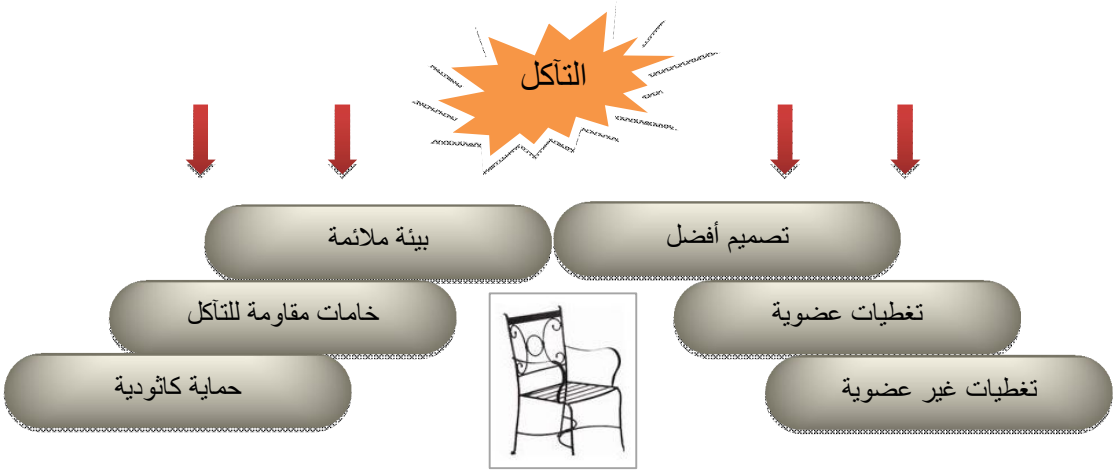
والأساليب المتاحة كما في شكل (٣) تشمل الآتي:-

- تغيير البيئة.
- استخدام خامات بديلة مقاومة للتآكل.
- تغيير تصميم المنتج إلى شكل هندسي أفضل.

– استخدام الحماية الكاثودية.

– استخدام التغطيات العضوية مثل الدهانات والتغطية ببودرة البلاستيك(الكتروستاتيك).

– استخدام التغطيات غير العضوية مثل الجلفنة(التغطيةبالزنك).



شكل (٣)أساليب حماية سطح المنتج من التآكل

مقاومة التآكل خاصية هامه جدا لطبقات الطلاء المستخدمة في حماية المنتجات من التآكل وهناك اختبارات عديدة متاحة ومعظمها مستخدم للآتي:-

أ-لتحديد أنسب الأنظمة المقاومة للتآكل.

ب- لطبقات الطلاء الأكثر مقاومه للتآكل من غيرها.

جـ – التأكد من أن طبقة الطلاء الملتصقة بسطح المنتج تؤدى دورها حسب المواصفات المطلوبة.

٢-٣- مقاومة الاحتكاك Abrasion resistance

هي أحد الصفات الهامة التي يتميز بها سطح المنتج سواء كان معدني أو غير معدني وهى المسئولة عن تحمل الاحتكاك الميكانيكي والمقاومة الكبيرة للاحتكاك تزيد من العمر الافتراضي لسطح المنتج.

* ومن هنا جاءت أهمية هذه الخاصية التي يجب أن يتمتع بها سطح طبقة الطلاء حيث أنه أول ما يتأثر بأي احتكاك يقع على سطح المنتج وبذلك يمكن تقييم وقياس جودة أداء مظهر سطح المنتج المطلي.

٢-٤- قوة التصاق طبقة الطلاء Adhesion

هذه من أهم الصفات التي يجب أن تتوفر في سطح المنتجات وخاصة المطلي منها وهي عبارة عن تماسك والتصاق طبقة الطلاء على سطح المعدن المطلي حيث أن بدون الالتصاق المناسب بين طبقة الطلاء والمنتج المطلي لا يمكن أن تؤدي اسطح هذه المنتجات وظائفها بالشكل المناسب وللتأكد من وجود هذه الخاصية بين طبقة الطلاء وسطح المنتج هناك عدة اختبارات يمكن تطبيقها.

هناك اختبارات عديدة متاحة لتحديد التصاق طبقة الطلاء بالمنتج المطلي ولكن معظم هذه الاختبارات تتلف العينة أو المنتج وخاصة إذا كانت طبقة الطلاء غير ملتصقة بالمنتج " العينة"

اختبار قوة الالتصاق بالسحب المباشر

يعد هذا الاختبار الاكثر استخداما لمعرفة درجة التصاق طبقة الطلاء ببودرة البلاستيك وسطح المنتجات الحديدية ومحدد من قبل الهيئة الامريكية لقياسات واختبارات المواد (ASTM standards) ويعتمد على وضع شريط لاصق (Tape) على سطح العينة المراد اختبارها ثم سحبه مباشرة بقوة وملاحظة اي تغيير في سطح العينة المطلية.(٥)

٣-عملية الطلاء ببودرة البلاستيك وخصائصها

لقد استخدمت عملية الطلاء ببودرة البلاستيك لأول مرة في استراليا سنة ١٩٦٧ ويقدر الانتاج العالمي من مساحيق الطلاء بحوالي ٩٠٠ الف طن يتم استخدام ٤٣% منها في الأسواق الاروبية و ٢٦ % في آسيا و٢٣ % في امريكا الشمالية و٨ % في باقي انحاء العالم ولقد استخدم طبقات الطلاء ببودرة البلاستيك منذ سنة ١٩٧٠ حتي الآن.

– الطلاء ببودرة البلاستيك عملية تغطية جافة لأسطح المنتجات المعدنية بصفة عامة والحديدية بصفة خاصة ويستخدم فيها جزئيات ناعمة جدا من الصبغات والراتنجات المشحونة كهروستاتيكيا ثم ترش علي المنتجات وتلتصق الجزيئات الصغيرة المشحونة بسطح المنتج بصهرها واذابتها كطبقة متجانسة في افران المعالجة الحرارية.

وتتكون طبقات الطلاء ببودرة البلاستيك من الراتنجات الصلبة وصبغات وبعض الاضافات التي تختلط وتذوب معا بتاثير الحرارة لتتجانس وترتبط ببعضها مكونة طبقة طلاء صلدة ومتماسكة (٦)

كان العامل الرئيسي في ابتكار وتطوير الطلاء ببودرة البلاستيك هو السعر لايجاد بدائل صديقة للبيئة بدلا من الدهانات المحتوية علي المذيبات ولأن عملية الطلاء لا تحتوي علي مذيبات فهي لا تحتاج إلي أنظمة تهوية أو مرشحات وليس لها انبعاثات عضوية في البيئة المحطية – ومنذ بدء العمل بهذه الطريقة وهي تستخدم في عديد من الصناعات وخاصة المنزلية منها لما تتمتع به من خصائص فريدة مثل :-

- طبقة طلاء مميزة بها عدة صفات

أ–مقاومة الخدش والاحتكاك

ب–مقاومة للتآكل الكيميائي وملائمة لعديد من البيئات المختلفة

ج–ذات مظهر متميز وألوان متعددة

- ذات تكلفة اقتصادية محددة
- موفرة جدا للطاقة
- ملائمة للبيئة
- تتطلب العملية الحد الأدني من تدريب العاملين بها بالمقارنة بعمليات الطلاء الأخري.

٤–أنواع بودرة(مساحيق) الطلاء بالبلاستيك :

٤–١– مساحيق الثرموبلاستيك Thermoplastic

وهي المواد التي تلين وتذوب بالحرارة وتتجانس أثناء التطبيق وتظل لها نفس التركيب الكيميائي بعد أن تبرد وتجف وتتصلد . وهذه المساحيق يمكن إعادة صهرها مرة أخرى بتعريضها للحرارة

(5) - Greg Valeroand Reginald E. Tucker-2011- Organic Finishing Guidebook-- 360 Park Avenue South, New York, -, Elsevier. INC.

(6) Ibid

أمثلة مساحيق الثرموبلاستيك

-البولي اثيلين Polyethylene

-البولي بروبلين Polypropylene

-نايلون Nylon

-البولي فينيل كلورايد Polyvinyl chloride

٤-٢- مساحيق الثرموستينج Thermosetting

وهي أيضا تذوب وتتجانس بالحرارة أثناء التطبيق ولكن قد يتغير تركيبها الكيميائي نتيجة تفاعلها مع بعض المكونات الداخلة في التركيب ولا يعاد صهرها إذا تعرضت للحرارة مرة أخرى . وأكثر من ٩٠% من المساحيق المستخدمة والمنتشرة في الأسواق من الثرموستينج (٧)

وتتميز مساحيق الثرموسيتنج بامكانية رش عدة طبقات رقيقة مع مظهر متميز أفضل من مساحيق الثرموبلاستيك

أمثلة مساحيق الثرموسيتنج(٨)

-ايبوكسي Epoxy

-هيبريد Hybrid

- (بولي إستر – إيبوكسي) هيبريد

-البولي إستر Polyester

-اكريلك Acrylic

-الفلوروكربونات Fluorocarbons

٥- تجهيز المنتجات الحديدية للطلاء ببودرة البلاستيك

إن القاعدة الأساسية لنجاح عملية الطلاء والتصاق طبقة الطلاء هو التجهيز الصحيح والغالبية العظمى من حالات الفشل لعملية الطلاء ببودرة البلاستيك ترجع الى عدم الاعداد المناسب لسطح المنتج

وتعتمد مقاومة التآكل لاسطح المنتجات الحديدية المطلية ببودرة البلاستيك الى حد كبير على تجهيز الاسطح والاعداد للعملية قبل الطلاء وعادة ما يتضمن التجهيز عدة خطوات يأتي على رأسها ازالة الشحوم والزيوت وغيرها من سطح المنتج ثم تكوين طبقة الطلاء بالتحويل (فسفته) بهدف زيادة مقاومة التآكل وقوة التصاق طبقة الطلاء ببودرة البلاستيك (٩)

ويتم تجهيز المنتج المراد طلاءه عن طريق تطهيره ومعالجته كيميائيا للتخلص من جميع الملوثات والصدأ وغيرها والتأكد من أن السطح أصبح نظيفا . وتلعب المعالجة الكيميائية دوراً أساسياً في تجهيز سطح المنتج فبعد ازالة الشحوم والزيوت يغمر المنتج في محاليل كيميائية قلوية أو حمضية أو متعادلة ويفصل بين كل مرحلة وأخرى بالغسيل بالماء الجاري للتخلص من أثار المحاليل الكيميائية ويمكن تجهيز المنتجات وتطهيرها إما بالغمر في أحواض أو بالرش بوسائل خاصة لتلائم مختلف خامات وأحجام المنتجات وبعد المعالجات الكيميائية المختلفة يجب تجفيف المنتجات في درجات حرارة معينة حتى تجف تماما وتكون بعد ذلك جاهزة مباشرة للرش بمسحوق البلاستيك

---

(٧)Zeno W. Wicks, Jr., Frank N. Jones, S. Peter Pappas; consultant, Douglas A. Wicks-2007..- Organic coatings: science and technology- John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey- Third Edition.

(٨) Ibid

(٩)JOVAN P. POPIĆ, BORE V. JEGDIĆ, -2013- Determination of surface coverage of iron-phosphate coatings on steel using the voltammetric anodic dissolution technique- ICTM-Department of Electrochemistry, University of Belgrade- Serbia.

-وقد تستخدم عمليات تجهيز خاصة معتمدة على خصائص طبقة الطلاء وخامات المنتجات وحالة السطح . وقد تستخدم بعض المعالجات الميكانيكية مثل السفع بالرمل أو التنظيف بالأبخرة لتحسين درجة التصاق طبقة الطلاء بسطح المنتج حيث أن المعالجة الميكانيكية قد تفيد بشكل خاص في إزالة الملوثات غير العضوية مثل الصدأ والقشور والأكاسيد الناتجة عن عمليات اللحام والتشغيل بالليزر (١٠)

٥-١- عملية الفسفته

من أهم خطوات اعداد سطح المنتجات الحديدية قبل الطلاء ببودرة البلاستيك هي عملية الفسفته

وتعرف عملية الفسفته بأنها عملية طلاء بتحويل جزء من سطح المنتج من حالته العنصرية الى فوسفاتات العنصر المراد طلاءه أي عند تطبيق الفسفته على منتجات حديدية فهي تحول جزء من سطح الحديد الى فوسفات الحديد

أو هي عملية طلاء بالتحويل الكيميائي لجزء من سطح المنتج المعدني الى طبقة طلاء بلورية غير معدنية

وتطبق عملية الفسفته كخطوه لاعداد سطح المنتجات لعدة أسباب هي:-

- توفير الالتصاق القوي بين سطح المنتجات وطبقات الطلاء العضوية مثل الدهانات والورنيش والطلاء ببودرة البلاستيك
- تمد سطح المنتج بطبقة خاملة تمنع تكون الصدأ للحد من التآكل
- اعداد السطح لاستقبال الشحوم والزيوت التي تساعد على تحملها للاحتكاك
- تهدف الى تسهيل عملية الرسم على سطح المعدن ومن ثم سهولة تشغيله

إن الاستخدام الرئيسي للطلاء بالفسفته هو زيادة قوة الالتصاق بين طبقات الطلاء العضوية وسطح المنتجات وخاصة الحديدية منها حيث أن طبقة الفسفته تمنع انتشار الصدأ ومن ثم التآكل على سطح المنتج (١١)

وتتكون طبقة الفسفته من أملاح المعدن المتبلورة نتيجة تفاعل ومعالجة المعدن في محلول الفسفته وعندما يوضع المعدن في محلول حمضي للفسفته فيحدث اختزال للحمض المركز في المحلول عند هذه النقطة يذوب المعدن ويتصاعد الهيدروجين وتتكون طبقة الفوسفات . أي تفاعل يحدث بين محلول حمضي يحتوي على أيونات فوسفات وسطح المعدن ينتج عنه تصاعد الهيدروجين وترسيب طبقة الفسفته (١٢)

٥-٢- أنواع الفسفته

هناك ثلاثة أنواع رئيسية من الفسفته هي :

- فسفتة بالحديد
- فسفته الزنك
- فسفتة الماغنسيوم

ولكل نوع عدة محاليل للتطبيق معتمدة على الاحتياجات الوظيفية للمنتج.

- **الفسفته بالحديد**

مستخدمة كطبقة أولية لتجهيز سطح المنتج لاستقبال الطلاء بالمواد العضوية مثل بودرة البلاستيك لتحسين قوة الالتصاق ومحلول الفسفته يحتوي على أملاح الفوسفات وحمض فوسفوريك وطبقة الطلاء يتراوح وزنها بين ٢٥ - ١٠٠ ملي جرام /

(١٠)1-R. Winston Revie and Herbert H. Uhlig-2008-Corrosion and Corrosion Control- An Introduction to Corrosion Science and Engineering- A JOHN WILEY & SONS, INC.- Hoboken New Jersey- FOURTH EDITION.

(١١) Ibid

(١٢)www.pfonline.com

قدم مربع . وعادة تطبق الفسفته بالحديد في ثلاث أو خمس مراحل سواء كان برش المحلول أو بالغمر فيه– والتحكم في فسفتة الحديد سهل مع بساطة معايرة وتحديد التركيز وذات درجة حامضية من ٤,٥ – ٥,٥ ودرجة حرارة من ١٠٠ – ١٣٠ فهرنهيت.

وقد تطورت عمليات التشغيل بهدف تقليل درجات الحرارة وتقليل الابخرة الناتجة وضبط المحاليل لتحسين كل من سمك طبقة الطلاء ووزن الفسفته وهذه التطورات لمعالجة المؤثرات البيئية والاقتصادية مع عدم المساس بخصائص ونوعية طبقة الطلاء.

المعالجة بفوسفات الحديد عملية اقتصادية وسهلة الاستخدام وتوفر مجموعة الخصائص الفريدة للمنتج مثل تحسين الاداء وزيادة العمر الافتراضي (١٣)

ولون طبقة الفسفته بين الرمادي الى الازرق معتمدا على سمك ووزن طبقة الفسفته

عوامل التحكم في الفسفته بالحديد

وقت العملية – درجة الحرارة – تركيز المحلول

- **<u>الفسفته بالزنك</u>**

هي طبقة معالجة بلورية غير معدنية تلتصق كيميائيا بسطح المنتج وطبقة الزنك يجب أن تكون ملتصقة جدا وهي توفر تجانس المعالجة مع تحسين خواصها مثل قوة الالتصاق ومقاومة التآكل

محلول الفسفته بالزنك يحتوي على

حمض فوسفوريك – أملاح زنك – مواد محفزه

تتكون طبقة فوسفات الزنك من المحلول وليس من خلال التفاعل مع السطح كما يحدث في تكوين فوسفات الحديد

يبدأ تكون البلورات عند مواقع الأقطاب الموجبة في سطح المنتج

وللطلاء ببودرة البلاستيك فان فسفتة الزنك هي الأفضل للحماية ولا يجب أن يزيد حجم بلورات الفوسفات لان ذلك ربما لا يسمح بجفاف طبقة البودرة بشكل ملائم على سطح المنتج مما قد يؤثر في تماسك طبقة الطلاء

قد تحتاج الفسفته بالزنك الى تحسين بلوري لاسطح المنتجات الحديدية حتى لا تنتج طبقة فوسفات الزنك خشنة وغير ملتصقة وبالتالي تنتج طبقة بودرة البلاستيك خشنة مثل السنفرة وغير ملتصقة

وهي تطبق في مرحلة منفصلة عن مرحلة التنظيف وكذلك لا تشبه فسفتة الحديد

- **<u>الفسفته بالماغنسيوم</u>**

وهي مشهورة جدا عند الاحتياج الى طبقة معالجة ذات مقاومة للاحتكاك الميكانيكي حيث ليست فقط تمنع احتكاك المعدن بالمعدن أثناء الحركة مثل الخطوط الاسطوانية او أعمدة الكامات أو أجزاء نقل الحركة وحلقات المكبس ولكنها ذات خصائص ممتازه للاحتفاظ بالزيوت والشحوم ومقاومة التآكل ، كما يجب التحسين البلوري لسطح المنتج كخطوة أولية قبل المعالجة بفوسفات المغنسيوم لضمان التصاق طبقة المعالجة

<u>٦– تطبيق الطلاء ببودرة البلاستيك</u>

الطريقة الأكثر شيوعا في الطلاء بمسحوق البلاستيك هي الرش باستخدام مسدس مجهز لهذه العملية يعرف (بمسدس الكتروستاتيك) والذي يضيف شحنة موجبة لجزيئات المسحوق ثم يتم الرش على المنتجات التي تتصل بالأرض ذات الشحنة السالبة

---

(١٣) Ibid

وبعد انتهاء الرش يتم تسخين المنتجات حتى يذوب المسحوق مكونا طبقة متجانسة يتم تبريدها الى طبقة طلاء صلدة ومن الشائع تسخين المنتجات قبل عملية الرش ليساعد الطبقة النهائية على التجانس فوق سطح المنتج ولكن ذلك قد يؤدي الى بعض المشاكل التي تنجم عن الزيادة في مسحوق الرش

٦-١ المعالجة بعد الرش

عند تعرض البودرة المصنوعة من بلاستيك ثرموسيتنج لدرجات حرارة مرتفعة يبدأ في الذوبان والتدفق ومن ثم يتفاعل كيميائيا لتشكيل البنية الجزيئية لطبقة الطلاء وهذه عملية انتقالية تتطلب درجات حرارة معينه لوقت طويل بهدف المعالجة الكاملة للوصول الى الخصائص المطلوبة في طبقة الطلاء

عادة تعالج البودرة عند درجة ٢٠٠ درجة مئوية في ١٠ دقائق ويمكن أن تختلف ظروف المعالجة طبقا لمواصفات الشركة المصنعة (١٤)

٦-٢- أهم مميزات عملية الطلاء ببودرة البلاستيك

١ – طبقة الطلاء سميكة جدا بالمقارنة بعمليات الطلاء الأخرى المشابهة

٢- ليس لطبقات الطلاء أي انبعاثات عضوية

٣- مسحوق الطلاء الزائد أثناء الرش يمكن اعادة استخدامه مرة أخرى وبالتالي فليس هناك أي فاقد في الخامات

٤ – خطوط انتاج الطلاء بالمساحيق تنتج نفايات أقل خطورة بكثير من الطلاء بمواد تحتوي على مذيبات

٥ – طبقة الطلاء صلدة ومضادة للخدش ومقاومة لبيئات التآكل المختلفة

٦ – التجهيزات الأساسية وتكاليف التشغيل أقل تكلفة من الطلاء بمواد بها مذيبات

٧ – الطلاء ببودرة البلاستيك قد ينتج بمظهر مختلف في بعض التأثيرات مثل اللون – الملمس – اللمعان ويتم تطبيقها بسهولة وقد يصعب تحقيقها مع العمليات الأخرى

٧- الأنظمة المقترحة لخطوات اعداد المنتجات الحديدية للطلاء ببودرة البلاستيك

تنقسم المنتجات الحديدية من حيث وجودها في البيئة الى نوعين هما:-

أ – منتجات داخلية وهي المنتجات الحديدية الموجودة داخل المنزل أو الفندق أو المطعم وهي معرضة لبعض البيئات المؤثرة عليها وهي متمثلة في الابخرة الناتجة عن طهي الاطعمة وارتفاع نسب الرطوبة.

ب- منتجات خارجية وهي المنتجات الحديدية الموجودة خارج المنزل وهي معرضة لبيئات أكثر حدة وأشد تأثيرا على سطح المنتج ولذلك تم اقتراح نظام طلاء يصلح للمنتجات الداخلية وآخر أكثر فاعلية للمنتجات الخارجية .

٧-١- خطوات نظام الطلاء للمنتجات الداخلية:-

-التطهير بالمذيبات – التطهير القلوي- الغسيل بالماء- الغمر في حمض -الغسيل بالماء-فسفتة الحديد- الغسيل بالماء -التجفيف- الطلاء ببودرة البلاستيك .

٧-٢- خطوات نظام الطلاء للمنتجات الخارجية هي :-

-التطهير بالمذيبات – التطهير القلوي- الغسيل بالماء- تحسين البنية البللورية -الغسيل بالماء-فسفتة الزنك- الغسيل بالماء – الغمر في حمض مخفف – التجفيف- الطلاء ببودرة البلاستيك .

٨- تجارب البحث

---

(١٤) WWW.Finishing.com/library

جاءت تجارب البحث للتأكد من فاعلية الأنظمة المقترحة لطلاء بودرة البلاستيك على أسطح المنتجات الحديدية سواء الداخلية أو الخارجية وهي كالاتي:-

٨-١- تجارب طلاء الحديد ببودرة البلاستيك بالتجهيز التقليدي.

تجربة (١)

خطوات التجربة

أ-التطهير بالمذيبات وفيها تم تطهير العينات بقطعة قماش مبللة بالبنزين لازالة الشحوم والزيوت (كما بالشكل ٤).

شكل رقم(٤)عينات مجهزة للرش ببودرة البلاستيك بالطرق التقليدية

ب-طلاء العينات برش بودرة البلاستيك على السطح ثم المعالجة الحرارية.

نتيجة التجربة

تغطية العينة ببودرة البلاستيك باللون الأحمر

اختبار قوة الالتصاق

باجراء اختبار قوة الالتصاق بالشريط اللاصق المحدد لهذا الاختبار كانت النتيجة كما في شكل رقم(٥) والذى يوضح تقشير طبقة الطلاء من بعض أجزاء سطح العينة.

شكل رقم(٥) نتيجة اختبار قوة التصاق طبقة الطلاء في العينات المجهزة بالطريقة التقليدية

٨-٢- تجارب طلاء الحديد ببودرة البلاستيك بأنظمة تجهيز المنتجات الداخلية.

تجربة(٢)

خطوات التجربة

تسير الخطوات العملية للتجربة طبقا للرسم التخطيطي الموضح بالشكل رقم (٦) وهي كالأتي:

١- **التطهير بالمذيبات**

يتم تطهير العينات بمذيب بترولي او عضوي مناسب وقد استخدم البنزين في تطهير العينات المراد طلاؤها لازالة الزيوت والشحوم.

٢- **التطهير القلوي**

ينقسم التطهير القلوي الى خطوتين هما:-

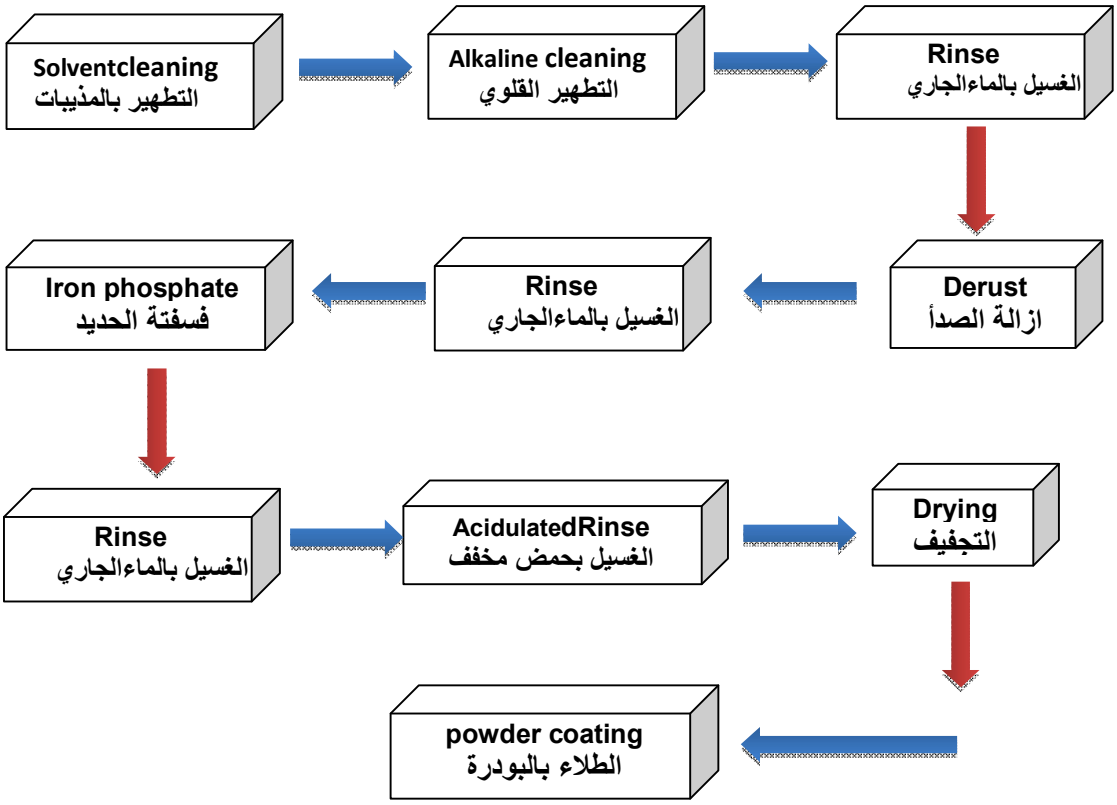
أ-التطهير بالغمر في محلول قلوي.

ب- التطهير الكهروكيميائي في محلول قلوي.

وقد تم تطهير العينات بالغمر في المحلول الاتي:-

المادة	الكمية	المادة	الكمية
هيدروكسيد صوديوم	١٢ جرام/اللتر	كربونات صوديوم	١١ جرام/اللتر
ثلاثي فوسفات صوديوم	١٢ جرام/اللتر	سيليكات صوديوم	٣ جرام/اللتر
عامل بلل	١ جرام/اللتر	١٨جرام/اللتر	
الحرارة	٩٠ درجة مئوية	الزمن	٤ دقائق

جدول (١) مكونات محلول التطهير بالغمر المستخدم في التجربة



شكل (٦) تخطيط لسير عملية الطلاء ببودرة البلاستيك بفسفتة الحديد

Planning of powder coating with Iron phosphating

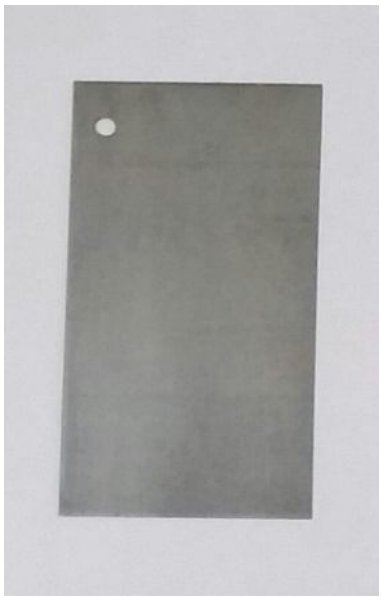
التطهير الكهروكيميائي في المحلول الاتي:-

المادة	الكمية	المادة	الكمية
هيدروكسيد صوديوم	٣٥ جرام/اللتر	كربونات صوديوم	٢٥ جرام/اللتر
كبريتات صوديوم لورية	١ جرام/اللتر		
الحرارة	٩٠ درجة مئوية	التيار	٧ أمبير/ديسيمتر مربع
الزمن	٢ دقيقة تطهير كاثودي ثم ٣٠ ثانية تطهير كانودي		

جدول (٢) مكونات محلول التطهير الكهروكيميائي المستخدم في التجربة

٣- الغسيل بالماء الجاري

٤- الغمر في حمض هيدروكلوريك ١٠٠ملي/اللتر لمدة ١٥ ثانية (لازالة الصدأ).



شكل رقم(٧) العينة بعد اجراء عمليتي التطهير

٥- الغسيل بالماء الجاري.

٦- فسفتة الحديد كما بالشكل(٨) في المحلول الاتي:-

المادة	الكمية	المادة	الكمية
حمض فوسفوريك	١،٩٥ جرام/اللتر	فوسفات صوديوم	٣،٧٥ جرام/اللتر
كلورات صوديوم	٤ جرام/اللتر		
الحرارة	٧٠ درجة مئوية	الزمن	١٠ دقائق

جدول (٣) مكونات محلول الفسفته المستخدم في التجربة

شكل رقم (٨)العينات بعد اجراء عملية الفسفته

٧- الغسيل بالماء الجاري.

٨ - التجفيف

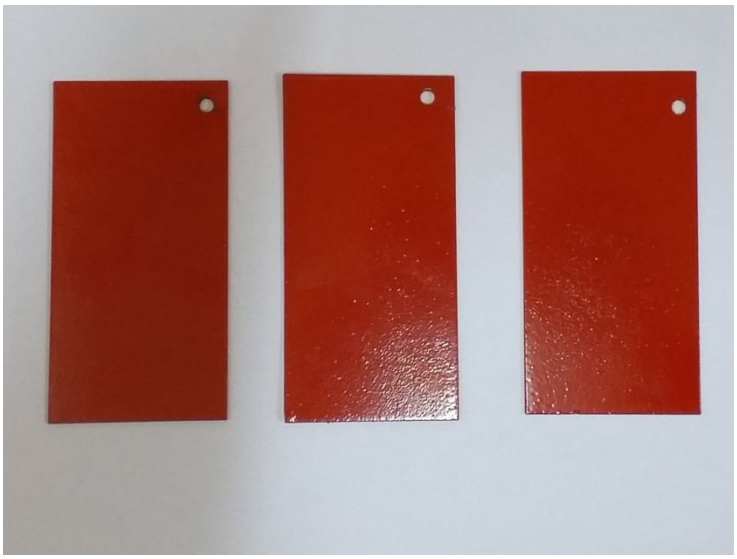
٩- الطلاء ببودرة البلاسيك والمعالجة الحرارية.

نتيجة التجربة

تغطية العينة ببودرة البلاستيك باللون الاحمر

اختبار قوة الالتصاق

باجراء اختبار قوة الالتصاق بالشريط اللاصق المحدد لهذا الاختبار كانت النتيجة كما في شكل رقم(٩) والذى يوضح عدم تأثر طبقة الطلاء في جميع أجزاء سطح العينة.



شكل رقم (٩) نتيجة اختبار قوة التصاق طبقة الطلاء في العينات المجهزة بالطريقة المقترحة (الفسفته)

٨-٣- تجارب طلاء الحديد ببودرة البلاستيك بأنظمة تجهيز المنتجات الخارجية.

تجربة(٣)

خطوات التجربة

تسير الخطوات العملية للتجربة طبقا للرسم التخطيطي الموضح بالشكل رقم (١١) وهي كالأتي:

١- **التطهير بالمذيبات**(كما في تجربة ٢)

٢- **التطهير القلوي** (كما في تجربة ٢)

٣- **الغسيل بالماء الجاري**

٤- **عملية الحفر والمراد من هذه العملية هو التحسين البللوري لسطح العينة بالغمر في المحلول الاتي:-**

المادة	الكمية	المادة	الكمية
حمض هيدروكلوريك	٤٠٠مللي/اللتر	حمض نيتريك	١٤٠مللي/اللتر
حمض كبريتيك	٦٠مللي/اللتر		
الحرارة	درجة حرارة الغرفة	الزمن	٣ دقائق

جدول (٤) مكونات محلول الغمر المستخدم في التجربة

٥- **الغسيل بالماء الجاري**

٦- **فسفتة الزنك في المحلول الاتي:-**

المادة	الكمية	المادة	الكمية
حمض فوسفوريك	٣٨٠جرام	اكسيد زنك	١٦٠ جرام
حمض نيتريك	١٤٢ جرام	تراي ميتا فوسفات صوديوم	٣،٣ جرام
الحرارة	٧٠ درجة مئوية	الزمن	٢٠ دقائق

جدول (٥) مكونات مسحوق فسفتة الزنك المستخدم في التجربة

يجهز المحلول ثم يضاف اليه الماء الى ان يصل المحلول ١ لتر ثم نأخذ ٧،٥ جزء من المحلول ويخفف ب ٩٢،٥ جزء من الماء وهذا هو محلول الفسفتة بالزنك

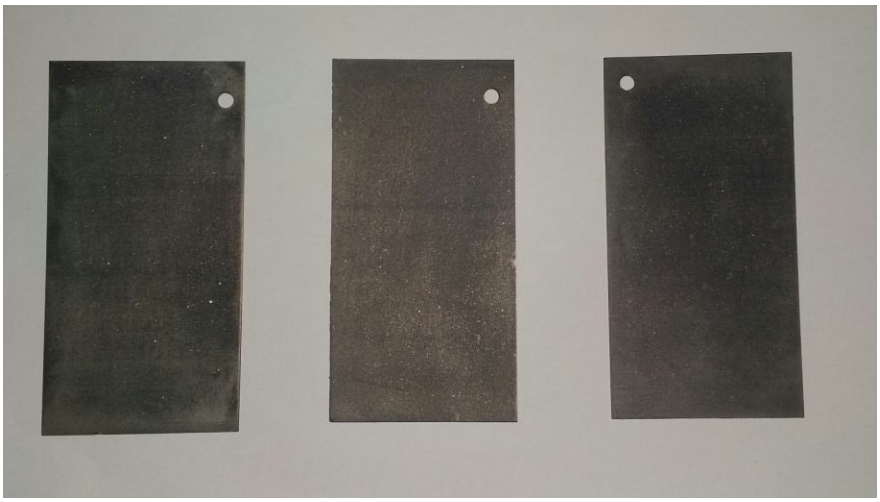
٧- **الغسيل بالماء الجاري**

٨- الغمر في حمض هيدروكلوريك مخفف بنسبة ٥٠ مللي/ اللتر لمدة ١٥ ثانية لتحسين البنية البللورية لطبقة الفسفتة.

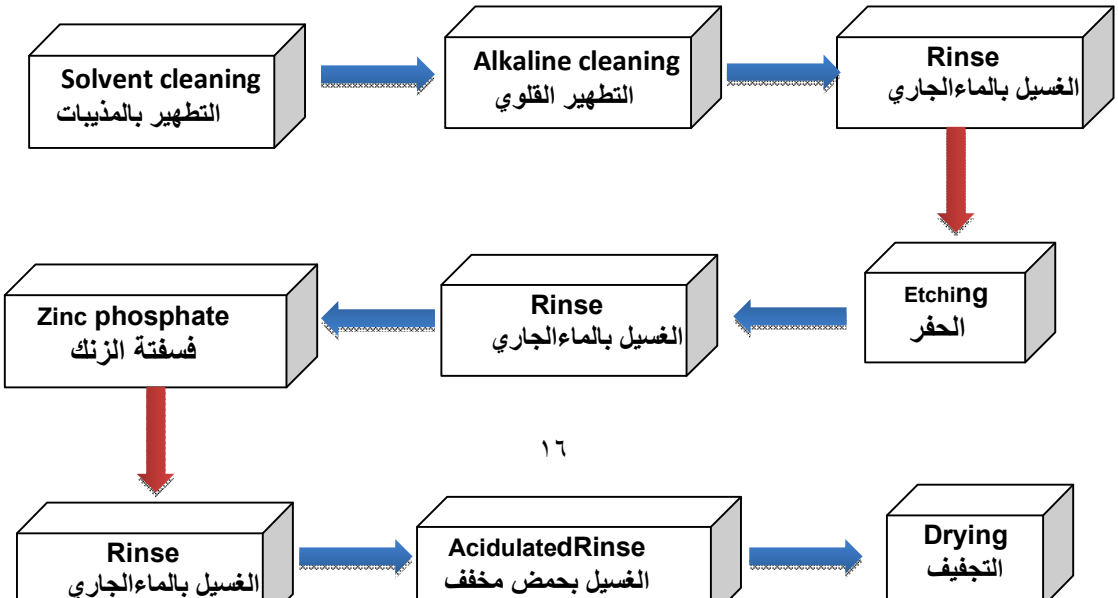
٩- الغسيل بالماء الجاري

١٠- التجفيف

١١- الطلاء ببودرة البلاستيك والمعالجة الحرارية.

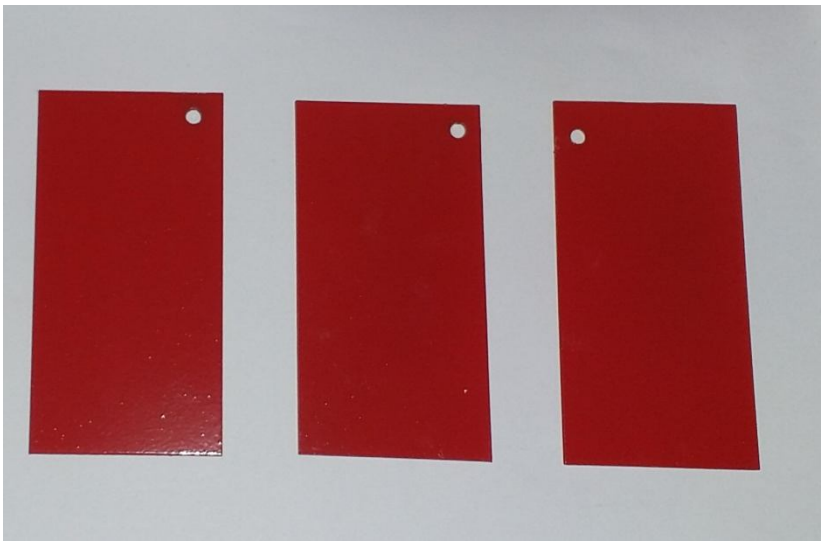


شكل رقم (١٠) العينات بعد اجراء عملية فسفتة الزنك وقبل عملية الطلاء



شكل (١١) تخطيط لسير عملية الطلاء ببودرة البلاستيك بفسفتة الزنك
Planning of powder coating with Zinc phosphating

نتيجة التجربة
تغطية العينة ببودرة البلاستيك باللون الاحمر
اختبار قوة الالتصاق
باجراء اختبار قوة الالتصاق بالشريط اللاصق المحدد لهذا الاختبار كانت النتيجة كما في شكل رقم(١٢) والذى يوضح عدم تأثر طبقة الطلاء في جميع أجزاء سطح العينة.



شكل رقم (١٢) نتيجة اختبار قوة التصاق طبقة الطلاء في العينات المجهزة بالطريقة المقترحة (فسفتة الزنك)

نتائج البحث

١- زيادة العمر الافتراضي للمنتجات الحديدية احد أهم المميزات التنافسية.
٢-ان خصائص سطح المنتج بصفة عامة والتصاق طبقة الطلاء بصفة خاصة من اهم عناصر أداء سطح المنتجات الحديدية لوظائفها.
٣-الطلاء ببودرة البلاستيك احد العمليات الهامة لتغطية المنتجات الحديدية لما تتمتع به من مميزات مثل مقاومة التآكل الكيميائي و التعدد اللوني و التكلفة الاقتصادية البسيطة والملائمة للبيئة.

٤- عديد من المشاكل قد تؤثر على العمر الافتراضي المنتج يأتي على رأسها فشل طبقة الطلاء في الالتصاق بالسطح.

٥-نجاح عملية الطلاء ببودرة البلاستيك يعتمد على الاعداد المناسب لضمان التصاق طبقة الطلاء بسطح المنتج.

٦- عملية الفسفتة احد أهم خطوات معالجة اسطح المنتجات الحديدية قبل الطلاء ببودرة البلاستيك

٧- الطرق التقليدية لتجهيز المنتجات الحديدية ينتج عنها التصاق ضعيف بين طبقة الطلاء وسطح المنتج ولذلك فهي لاتصلح لاعداد المنتجات قبل الطلاء ببودرة البلاستيك.

٨-معالجة اسطح المنتجات الحديدية بنظام تجهيز المنتجات الداخلية المعتمد على التطهير بالمذيبات والتطهير القلوي وفسفتة الحديد ينتج قوة التصاق كبيرة بين طبقة الطلاء وسطح المنتجات مما يساعد على عدم تخلل اي نسبة من الاكسجين اوالرطوبة بين المنتج وطبقة الطلاء وبالتالي حمايتها من التآكل.

٩- معالجة اسطح المنتجات الحديدية بنظام تجهيز المنتجات الخارجية المعتمد على التطهير القلويواعادة تحسين البنية البللورية لسطح المنتج ثم فسفتة الزنك ينتج قوة التصاق مميزة بين طبقة الطلاء وسطح المنتجات ممايزيد العمر الافتراضي لبقاء طبقة الطلاء.

اهم المراجع

(١) محمد بندقجي . اتجاهات التدريب على الجودة الشاملة لمدراء شركات تصنيع المواد الغذائية . الاردن ، مجلة دراسات ، مجلد ٢٣ ، العدد ٢، ، ٢٠٠٦

2-Porter , Michael E.- 2006- What is Strategy? Harvard Business Review (November-December),

3- Steve Brown .- 2000-Strategic Operations Management ،Butterworth Heinemann, Oxford, ,

4- **www-users.cs.umn.edu/~meyer/publications/westlund-mey-siggraph.2001.pdf**

5-R. Winston Revie and Herbert H. Uhlig-2008-Corrosion and Corrosion Control- An Introduction to Corrosion Science and Engineering- A JOHN WILEY & SONS, INC.- Hoboken New Jersey- FOURTH EDITION

6- DOUGLAS S. RICHART and D.S. Richart Associates-2005- Coating Methods, Powder Technology- Volume 5.

7- Greg Valeroand Reginald E. Tucker- 2011- Organic Finishing Guidebook-- 360 Park Avenue South, New York, -, Elsevier. INC .

8- Bill Nimmo and Gareth Hinds-2003- Beginners Guide to Corrosion- NPL's Corrosion Group from various source material.

9- Rose A. Ryntz- Philip V.Yaneff.-2003- Coatings of Polymers and Plastics- Marcel Dekker, Inc.

10- Roder Talbert -2011- Fundamentals of Powder Coating-Products Finishing magazine - Powder Coating Institute

11- T.S.N. Sankara Narayanan-2005-SURFACE PRETREATMENT BY PHOSPHATE CONVERSION COATINGS-National Metallurgical Laboratory, Madras Centre CSIR

12-JOVAN P. POPIĆ, BORE V. JEGDIĆ,-2013- Determination of surface coverage of iron-phosphate coatings on steel using the voltammetric anodic dissolution technique- ICTM-Department of Electrochemistry, University of Belgrade- Serbia

13- Zeno W. Wicks, Jr., Frank N. Jones, S. Peter Pappas; consultant, Douglas A. Wicks..-2007- Organic coatings : science and technology- John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey- Third Edition

14-Cheryl Hickman-2011-Phosphate Conversion Coating-Products Finishing magazine-Heatbath Corp.

15- WWW.Finishing.com/library

16-www.pfonline.com